

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-225870

(43)Date of publication of application : 02.09.1997

(51)Int.Cl.

B25J 9/12  
G05B 19/18

(21)Application number : 08-026721

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 14.02.1996

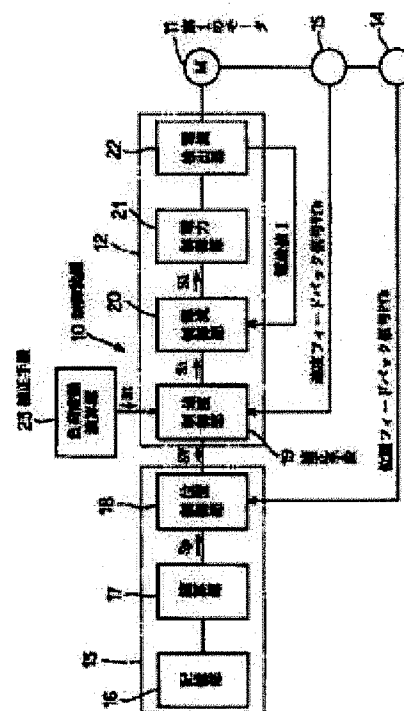
(72)Inventor : HAYAKAWA MAKOTO

## (54) ROBOT CONTROLLER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To cancel a torque which acts upon to a first arm by reaction due to the acceleration and deceleration of a second arm before the first arm receives an influence by this torque.

**SOLUTION:** In a robot having a first arm and a second arm, when the second arm is turned, a load fluctuation calculating part 23 calculates a load fluctuation torque command signal  $H_t$  from the torque command signal of the second arm and an angle  $\theta$  between the first and second arms, and outputs this signal  $H_t$  to a speed controlling part 19 composing the controller 10 of the first arm. The speed controlling part 19 corrects a torque command signal  $S_t$  on the basis of the load fluctuation torque command signal  $H_t$ .



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-225870

(43)公開日 平成9年(1997)9月2日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 5 J 9/12			B 2 5 J 9/12	
G 0 5 B 19/18			G 0 5 B 19/18	D

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-26721

(22)出願日 平成8年(1996)2月14日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 早川 誠

三重県三重郡朝日町大字繩生2121番地 株  
式会社東芝三重工場内

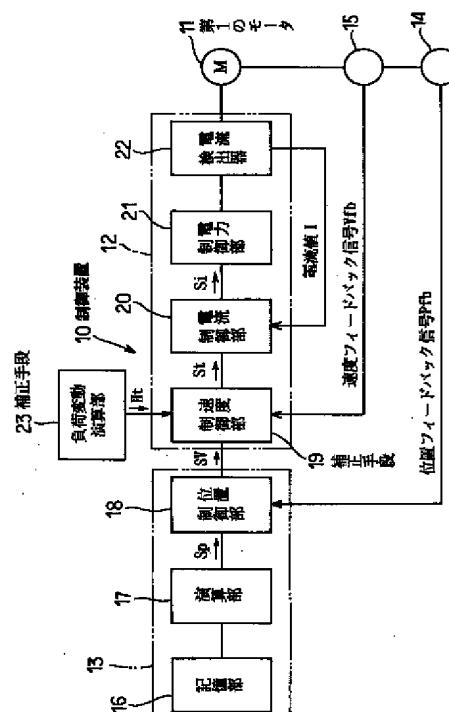
(74)代理人 弁理士 佐藤 強

(54)【発明の名称】 ロボット制御装置

(57)【要約】

【課題】 第2のアームの加減速による反力によって第1のアームに作用するトルクを、このトルクにより第1のアームが影響を受ける前に、打消すようにする。

【解決手段】 第1のアーム及び第2のアームを有するロボットにおいて、第2のアームが回転すると、負荷変動演算部23は第2のアームのトルク指令信号と第1のアーム及び第2のアーム間の角度 $\theta$ とから負荷変動トルク指令信号Hもを演算し、この信号Hもを第1のアームの制御装置10を構成する速度制御部19に出力する。速度制御部19は、負荷変動トルク指令信号Hもに基づいてトルク指令信号Sもを補正する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 第1の軸を中心として旋回する第1のアームと、この第1のアームに設けられ前記第1の軸と非直交である第2の軸を中心として旋回する第2のアームと、前記第1のアームを駆動する第1のモータと、前記第2のアームを駆動する第2のモータとを具備するロボットを制御するものであって、前記第2のアームの加減速時に、この第2のアームの加減速による反力によって前記第1のアームに作用するトルクを演算し、このトルクに基づいて前記第1のモータの出力トルクを補正する補正手段を具備することを特徴とするロボット制御装置。

**【請求項2】** 補正手段は、第2のアームの加減速時に第2のモータに与えられるトルク指令信号と第1及び第2のアーム間の角度とに基づいて第1のアームに作用するトルクを演算することを特徴とする請求項1記載のロボット制御装置。

**【請求項3】** 補正手段は、第2のアームの加減速時に第2のモータに流れる電流値と第1及び第2のアーム間の角度とに基づいて第1のアームに作用するトルクを演算することを特徴とする請求項1記載のロボット制御装置。

**【請求項4】** 補正手段により第1のモータの出力トルクを補正するかどうかを選択する選択手段を具備することを特徴とする請求項2又は3記載のロボット制御装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、例えば組立作業やパレタイズ作業を行う産業用ロボット等のロボット制御装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 例えば産業用ロボットにあっては、その複数のアームを現在位置から目標位置へ移動させることを、マイクロコンピュータ等からなる制御装置により自動的に繰り返すようになっている。このとき、各アームの駆動源であるモータを制御する制御装置は、予め目標位置や各アームに関するパラメータが記憶される記憶部や演算部、位置制御部等を備えて構成されている。

**【0003】** 前記演算部は、現在位置から目標位置までの各アームの移動量を求め、その移動量と設定された加減速時間、設定速度とから各アームの速度パターンを決定し、その速度パターンに従って各サンプリング時刻毎の目標位置を位置指令信号として出力する。そして、前記位置制御部においては、前記各アームの位置指令信号と各アームの位置フィードバック信号とから位置偏差を求め、これに位置ループゲインを乗じて速度指令信号を作成し、この速度指令信号をサーボドライバに出力してモータを駆動するようになっている。

**【0004】** 従って、上記構成の場合、負荷変動などの

外乱が発生して各アームのモータの回転量が低下或いは増加すると、各アームの位置フィードバック信号が減少或いは増加し、その結果、速度指令信号が増加或いは減少してモータを加速或いは減速させてサンプリング時刻毎の目標位置に一致させる制御が行われる。

**【0005】**

**【発明が解決しようとする課題】** ところで、互いに連結された例えば2つのアームを有する水平旋回形ロボットの場合、一方のアームのモータが回転して当該アームが旋回するとき、このアームの加減速による反力によって他方のアームにトルクが作用する。このトルクは、負荷変動即ち外乱となって他方のアームのモータの回転量を変動させ、アームの位置が目標位置から変動する。従来は、このようなアームの目標位置からの変動も、上述のように、各アームのフィードバック信号と位置指令信号との位置偏差に基づいて速度指令信号を作成し、この速度指令信号をサーボドライバに出力してモータを駆動するように構成されていた。しかしながら、上記のように、外乱が発生して、位置変動が起きてからその位置変動を修正するという制御の場合、位置決めに時間がかかるという欠点があった。

**【0006】** 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、第1の軸を中心として旋回する第1のアームと、この第1のアームに設けられ前記第1の軸と非直交である第2の軸を中心として旋回する第2のアームと、前記第1のアームを駆動する第1のモータと、前記第2のアームを駆動する第2のモータとを具備するロボットを制御するものであって、第2のアームの加減速による反力によって第1のアームに作用するトルクを、このトルクにより第1のアームが影響を受ける前に、打消すようにするロボット制御装置を提供するにある。

**【0007】**

**【課題を解決するための手段】** 上記目的を達成するために、本発明の請求項1のロボット制御装置は、第1の軸を中心として旋回する第1のアームと、この第1のアームに設けられ前記第1の軸と非直交である第2の軸を中心として旋回する第2のアームと、前記第1のアームを駆動する第1のモータと、前記第2のアームを駆動する第2のモータとを具備するロボットを制御するものであって、前記第2のアームの加減速時に、この第2のアームの加減速による反力によって前記第1のアームに作用するトルクを演算し、このトルクに基づいて前記第1のモータの出力トルクを補正する補正手段を具備することを特徴とする。

**【0008】** この場合、補正手段は、第2のアームの加減速時に第2のモータに与えられるトルク指令信号と第1及び第2のアーム間の角度とに基づいて第1のアームに作用するトルクを演算するように構成しても良く（請求項2）、或いは、補正手段は、第2のアームの加減速

時に第2のモータに流れる電流値と第1及び第2のアーム間の角度とに基づいて第1のアームに作用するトルクを演算するように構成しても良い(請求項3)。また、補正手段により第1のモータの出力トルクを補正するかどうかを選択する選択手段を設けるようにしても良い(請求項4)。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1実施例を図1ないし図4を参照して説明する。まず、図3は、本実施例にかかる産業用ロボットである水平旋回型ロボットを概略的に示している。当該ロボット1は、ベース2が設置面Gに固定されて据え付けられ、このベース2上に支柱3が立設されている。この支柱3内の略中心部分には設置面Gに対して垂直方向に延びる第1の軸4が設けられており、支柱の上端面から突出する当該軸3の先端部に、第1のアーム5が嵌着されている。従って、第1のアーム5は、第1の軸4を中心として水平方向に旋回可能となっている。

【0010】また、第1のアーム5の先端部には、設置面Gに対して垂直方向に延びる第2の軸6が設けられており、第1のアーム5の上面から突出する当該軸5の先端部に第2のアーム7が嵌着されている。従って、第2のアーム7は、第2の軸6を中心として水平方向に旋回可能となっている。そして、第2のアーム7の先端部には、ボールねじによって上下される昇降アーム8が垂直に設けられ、更にこの昇降アーム8の下端に手首9が水平旋回可能に設けられている。

【0011】次に、ロボット制御装置を図1及び図2を参照して説明する。図1は、本発明に係るロボット制御装置のうち、ベース2側である第1のアーム5に関する制御を行う部分を示しており、制御装置10は、前記第1のアーム5を旋回動作させるモータ(以下、第1のモータという)11を駆動する駆動手段としてのサーボドライバ12や、マイクロコンピュータ等からなる位置制御装置13から構成されている。また、前記第1のモータ11の回転速度及び回転位置が、ロータリエンコーダ等の位置検出器14及びタコジェネレータ等の速度検出器15によりそれぞれ検出されるようになっている。

【0012】位置制御装置13は、記憶部16、演算部17、位置制御部18から構成される。前記記憶部16には、ティーチング位置データ(ワークの取出位置や搬出位置等のデータ)や例えばロボット言語で記述された動作プログラム等が記憶されている。前記演算部17は、前記動作プログラムを解析し、各サンプリング時刻毎の第1のアーム5の移動量を求め、位置指令信号 $S_p$ を出力する。そして、前記位置制御部18では、前記位置指令信号 $S_p$ と、前述の位置検出器14から入力される位置フィードバック信号 $P_{fb}$ とを比較して位置偏差を求め、この位置偏差に応じた速度指令信号 $S_v$ を生成し、前記サーボドライバ12に出力するようになっている。

る。

【0013】前記サーボドライバ12は、速度制御部19、電流制御部20、電力制御部21及び電流検出器22を備えて構成されている。このうち速度制御部19は、前記位置制御部18からの速度指令信号 $S_v$ と、前記速度検出器15からの速度フィードバック信号 $V_{fb}$ との偏差を求め、その偏差に応じたトルク指令信号 $S_t$ を生成し、電流制御部20に出力するようになっている。さらに、電流制御部20は、そのトルク指令信号 $S_t$ と、前記電流検出器22により検出された第1のモータ11に実際に流れる電流値 $I$ との偏差を求め、その偏差に応じた電流指令信号 $S_i$ を前記電力制御部21に出力し、電力制御部21はその電流指令信号 $S_i$ に応じた電流を第1のモータ11に流すようになっている。

【0014】これにて、第1のモータ11は、演算部17により求められた移動量だけ旋回されるようになり、もってロボット1の第1のアーム5が現在位置から目標となる位置へ移動されるのである。この場合、演算部17は、第1のアーム5を移動させるに当たっては、その移動速度のパターンを、例えば図5(a)に示すように速度0から、設定された加速時間 $t_a$ で設定速度 $V$ まで加速し、設定速度 $V$ で等速移動させた後、設定された減速時間 $t_d$ で速度0まで減速するといった台形のパターンに設定する。そして、第1のアーム5の時間経過に伴う位置は、前記速度を積分したものであるから、図2(b)に示すようになり、これにより、各サンプリング時刻における目標位置(位置指令信号 $S_p$ )が求められる。この位置指令信号 $S_p$ に従って位置制御を行うことにより、第1のアーム5は、滑らかな旋回動作をするのである。

【0015】尚、ここでは、第1のモータ11の制御装置10について説明したが、第2のアーム7及び第3のアーム9を旋回動作させるモータ並びに昇降アーム8を上下動作させるモータについても同様に制御されるようになっている、その説明は省略する。

【0016】さて、前述したように、第2のアーム7は、その軸6が第1のアーム5の先端側に設けられていると共に、第1の軸4と第2の軸6とは非直交、この場合平行となるように構成されているため、図4に示すように、第2のアーム7が矢印A方向に旋回するとき、第2のアーム7の加減速により発生する慣性力 $F$ に対する反力 $P$ によって第1のアーム5にトルクが作用する。そして、このトルクが負荷変動となって、第1のアーム5が矢印B方向に旋回されるようになる。尚、図4で $F$ 、 $P$ は第2のアーム7の加速時の場合を示す。

【0017】そこで、本実施例では、第2のアーム7が旋回動作するに際して、第2のアーム7の加減速による反力 $P$ によって第1のアーム5に作用するトルクを演算し、そのトルクを打消すための負荷変動トルク指令信号 $H_t$ を前記速度制御部19に出力する補正值演算手段た

る負荷変動演算部23が設けられている。これと共に、速度制御部19は、負荷変動トルク指令信号 $H_t$ が入力されたときに、この信号をトルク指令信号 $S_t$ 及び速度フィードバック信号 $Vfb$ に加算して出力するようになっている。従って、速度制御部19及び負荷変動演算部23が本発明の補正手段として機能する。

【0018】反力 $P$ は、第2のアーム7の加減速により第2のアーム7に発生する慣性力 $F$ と同一の大きさであり、慣性力 $F$ は第2のアーム7を駆動する第2のモータのトルクに比例していることから、本実施例においては、第2のモータのトルクを第2のモータのトルク指令信号に基づいて演算する。また、反力 $P$ のうち第1のアーム5との直交成分 $P_v$ により第1のアーム5にトルクが作用することから、第1のアーム5と第2のアーム7との間の角度 $\theta$ を求め、その角度 $\theta$ の余弦( $\cos \theta$ )を前記第2のモータのトルク指令信号に乘じる。

【0019】具体的には、図2に示すように、負荷変動演算部23には、第1のモータ11の位置検出器14及び第2のアーム7を駆動する第2のモータの回転位置を検出する位置検出器(第2の位置検出器)24が接続されて、それぞれ位置フィードバック信号 $Pfb$ 及び $Pfb'$ が入力されるようになっており、これら位置フィードバック信号 $Pfb$ 及び $Pfb'$ から第1及び第2のアーム5及び7間の角度 $\theta$ が演算により求められる。また、負荷変動演算部23には、第2のモータの速度制御部(第2の速度制御部)25が接続されて、トルク指令信号 $S_t'$ が入力されるようになっている。

【0020】そして、前記第2のモータのトルク指令信号 $S_t'$ と第1のアーム5及び第2のアーム7間の角度 $\theta$ の余弦( $\cos \theta$ )との乗算値に、負荷変動演算部23に予め記憶されている比例定数が乗算されて負荷変動トルク指令信号 $H_t$ が作成される。

【0021】次に、上記構成の作用について述べる。いま、ベース2側の第1のアーム5に対しその先端側に設けられた第2のアーム7が旋回する場合を考える。第2のアーム7は、上述したように、図示しない制御装置によってフィードバック制御がなされ、演算部により求められた移動量だけ旋回するようになっており、もって、第2のアーム7は所定の旋回動作を行うことによる例えばパレタイズ作業が自動的に実行される。このとき、第2のモータの制御装置において、前記速度制御部25からのトルク指令信号 $S_t'$ は、図示しない電流制御部に出力されると共に、第1のモータ11の制御装置10の負荷変動演算部23に出力される。

【0022】また、負荷変動演算部23には、第1及び第2の位置検出器14及び24から位置フィードバック信号 $Pfb$ 、 $Pfb'$ が入力されて、第1及び第2のアーム5及び7間の角度 $\theta$ が求められる。この角度 $\theta$ の余弦に前述のトルク指令信号 $S_t'$ を乗じ、さらに、予め記憶された比例定数が乗算されて、負荷変動トルク指令

信号 $H_t$ が演算される。そして、この負荷変動トルク指令信号 $H_t$ は第1のモータ11の速度制御部19に入力されて、トルク指令信号 $S_t$ が補正される。

【0023】このような本実施例によれば、ベース2側に設けられた第1のアーム5を駆動する第1のモータ11の制御をするに当たって、第2のアーム7が旋回動作するとき、第2のモータの速度制御部25からトルク指令信号 $S_t'$ が第1のアーム5の負荷変動演算部23に出力されるように構成した。そして、負荷変動演算部23は、このトルク指令信号 $S_t'$ と第1及び第2のアーム5及び7間の角度 $\theta$ とから負荷変動トルク指令信号 $H_t$ を演算して速度制御部19に出力すると共に、速度制御部19はこの信号 $H_t$ に基づいて第1のモータ11のトルク指令信号 $S_t$ を補正するようにした。

【0024】従って、第2のアーム7が旋回するとき、当該アーム7の加減速による反力 $P$ によって第1のアーム5に作用するトルクを求めて第1のモータ11のトルク指令信号 $S_t$ を補正するようにしたので、第2のアーム7の加減速に起因する第1のモータ11の回転速度の変動を検出してから、トルク指令信号 $S_t$ を補正していた従来のものに比べて、位置決めにかかる時間を短縮することができる。

【0025】図6は本発明の第2実施例を示すものであり、上記第1実施例と異なる点は、第2のアーム7の加減速時に、この第2のアーム7の加減速による反力によって第1のアーム5に作用するトルクの補正值、即ち負荷変動トルク指令信号 $H_t$ を、第2のアーム7の加減速時に第2のモータに流れる電流値 $I'$ と、第1及び第2のアーム5及び7間の角度 $\theta$ とに基づいて求める構成としたところにある。

【0026】即ち、本実施例では、負荷変動演算部31には、第1及び第2のモータの位置検出器14、24と、第2のモータに供給される電流の値 $I'$ を検出する電流検出器32が接続されている。そして、第1及び第2のモータの位置検出器14、24から入力される位置フィードバック信号 $Pfb$ 、 $Pfb'$ に基づいて求められた両アーム5、7間の角度 $\theta$ の余弦と第2のモータの電流値 $I'$ との乗算値に、予め負荷演算部31に記憶された係数を乗じることにより負荷変動トルク指令信号 $H_t$ が求められるのである。

【0027】従って、本実施例においても、上記第1実施例と同様に、第2のアーム7の加減速による反力 $P$ によって第1のアーム5に作用するトルクを、第2のアーム7の加減速時に求めて第1のアーム5のモータ11のトルク指令信号 $S_t$ を補正するようにしたので、位置決めにかかる時間を短縮することができる。

【0028】尚、上記各実施例では、第2のアーム7の加減速時に、無条件で、第1のモータ11のトルク指令信号 $S_t$ を補正するようにしたが、第1のモータ11のトルク指令信号 $S_t$ を補正するかどうかを選択する選択

手段を例えばスイッチを設け、そのスイッチがオンされたとき補正するようにしても良い。

【0029】また、本発明は、上記した実施例に限定されるものではなく、例えば、水平旋回型ロボットのほか例えば多関節型ロボット等、互いに連結された第1及び第2のアームの各軸が非直交であるものに広く適用できる。また、ロボットは、第1のアーム5及び第2のアーム7に相当するものを只一つずつ有するものに限らず、第1及び第2のアームの関係となるアームが複数存在していても良い。

【0030】更に、位置検出器14及び速度検出器15はモータの回転位置及び回転速度によってアームの旋回位置及び旋回速度を検出する位置検出手段及び速度検出手段として機能するものであるが、これはアームの旋回位置及び旋回速度を直接検出するセンサに換えても良い。

【0031】

【発明の効果】以上の説明にて明らかなように、本発明のロボット制御装置によれば、第2のアームの加減速時

に、補正手段によって前記第1のアームの加減速による反力によって第1のアームに作用するトルクを演算し、第1のモータの出力トルクを補正するようにしたので、各アームが無駄な動きをすることなく、位置決めにかかる時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示すもので、ロボット制御装置の全体構成を示す機能ブロック図

【図2】負荷変動演算部の機能ブロック図

【図3】ロボット本体の全体構成を示す概略図

【図4】ロボット本体の平面図

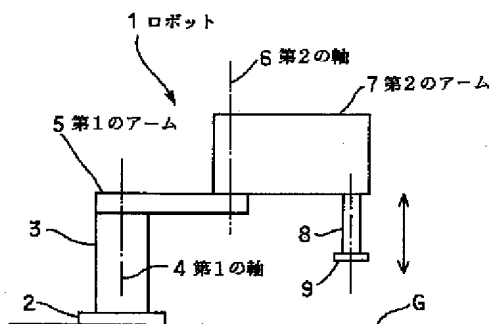
【図5】現在位置から目標位置への速度指令信号(a)及び位置指令信号(b)のパターンを示す図

【図6】本発明の第2実施例を示す図2相当図

【符号の説明】

1はロボット、4は第1の軸、5は第1のアーム、6は第2の軸、7は第2のアーム、10は制御装置、11は第1のモータ、19は速度制御部(補正手段)、23、31は負荷変動演算部(補正手段)を示す。

【図3】



【図4】

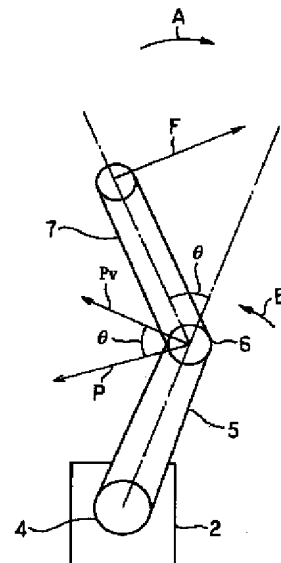
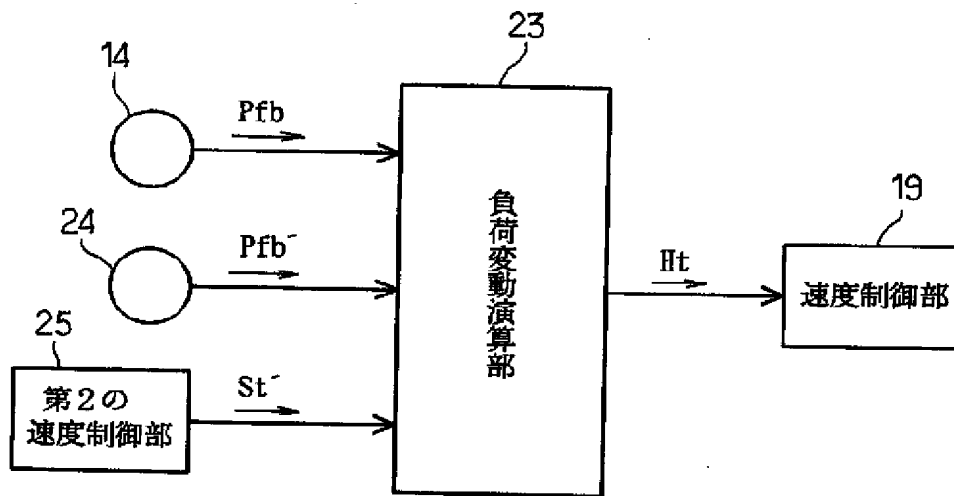


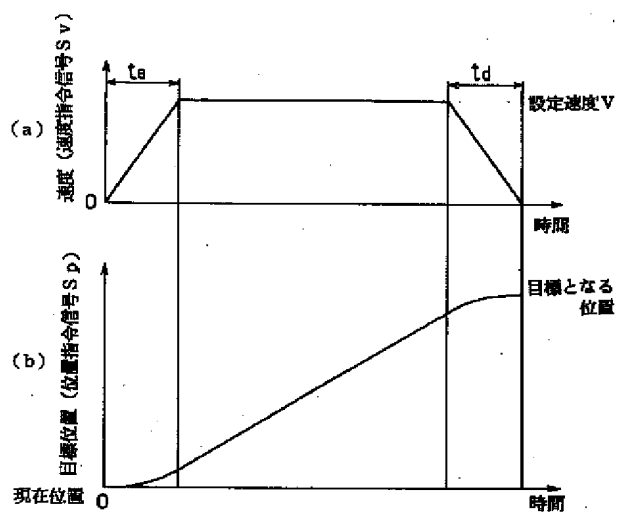
Figure 1 is a block diagram of a motor control system. The system includes a motor (11) connected to a power supply (14) through a switch (15). The motor is controlled by a control device (10) which consists of a speed control section (18), a current control section (20), and a power control section (21). The speed control section (18) receives a position feedback signal (14) and a position command (16) to calculate a speed command (17). The current control section (20) receives a speed feedback signal (19) and a speed command (17) to calculate a current command (22). The power control section (21) receives a current feedback signal (23) and a current command (22) to calculate a power command (24). The motor (11) outputs a position signal (14) and a speed signal (19) to the control device (10).

【図2】





【図5】



【図6】

